

# 胸成術の循環系並びに体液に対する影響\*

小 川 正 克

札幌医科大学外科学教室 (指導 橋場教授)

## On the Influences of Quantity of Plasma Volume and Available Fluid and Blood Circulation, Before and After Thoraco-Plastic Operations

By

MASAKATSU OGAWA

Department of Surgery, Sapporo University of Medicine  
(Directed by Prof. T. HASHIBA)

### 緒 言

肺は呼吸作用及び新陳代謝作用を営むほかに循環系において小循環を形成し、副心臓ともいわれている。かかる意味において人工的に肺に急激な虚脱を加える胸成術は、肺の各作用に対し大なる影響を及ぼす事は当然の事と思われる。なお胸成術そのものが相当量の出血を來たす手術であるから、この点においても循環系及び体液の代謝に対し少なからざる影響を與えるものと考えられる。

私は胸成術前後における循環血流量、血液循環時間を測定し、これより搏出商及び循環商を求めて循環系に対する影響を検討し、また細胞外液を測定して体液に対する影響を調べ、術後の水分補給の問題に関し一つの知見を得たので報告する。

### 実験方法

#### a. 循環血漿量及び血液量測定法

色素法<sup>1),2)</sup>により1% コンゴレッド液を用い次式により血漿量を求め、更にヘマトクリットを測定して全血液量

を算出した<sup>3)</sup>。

$$\text{Plasma volume (V}_p\text{)} = \frac{D_k}{D_p} \times 210 \times A \text{cc}^{4)}$$

$\frac{D_k}{D_p}$  : 標準液と被検液との濃度比

210 : 標準液の稀釈倍数

A : 色素注射量

$$\text{Blood volume (V}_B\text{)} = \frac{V_p}{p} \times 100$$

p : ヘマトクリットの血漿%

#### b. 血液循環時間<sup>5)</sup>

エーテル法による肺肺時間<sup>6),7)</sup>、塩化カルシウム法<sup>8)</sup>による肺舌時間を測定した。更にフルオレスセイン法<sup>9)</sup>により5% フルオレスセイン液体重1 kg 当り 5 mg を正肘靜脈内に注射し、他側の前膊に0.1% ヒスタミン液0.1 ccを皮下に注射し、その部に螢光の発するまでの時間により全循環(腕~腕)時間を測定した。

#### c. 循環商、搏出商

$$\text{循環商} = \frac{\text{循環血流量}}{\text{全循環時間}}$$

$$\text{搏出商} = \frac{\text{循環商}}{\text{脈搏数}}$$

#### d. 細胞外液測定法<sup>4),10),11),12)</sup>

5% ロダンソーダ液を体重に應じロダンソーダにて0.8

\* 本論文の要旨は第3回胸部外科学会において発表した。

1) Gibson & Evans: J. Clin. Invest., 16, 301 (1937).

2) Rusznyak: Dtsch. Arch. Klin. Med., 157 (1927).

3) 袋島: 新撰生理学, 180 (昭24).

4) Gregersen & Stewart: Am. J. Physiol., 125, 142 (1939).

5) 上田: 臨牀, 3, 4, 19 (昭25).

6) Hitzig: Am. Heart J., 10, 1, 8 (1935).

7) 木村: 北越医誌, 51, 971 (1936).

8) Köhler: Zit. Warneck in Z. Tuberk., 68 (1933).

9) Winsor, Adolp, Ralston & Liebg: Am. Heart J., 34, 80 (1947).

10) 伊藤: 医学の進歩, 6, 332 (昭27).

11) 砂原: 東京医会誌, 56 617-676 (昭17).

12) Lavietes, Bourdillon & Klinghoffer: J. Clin. Invest., 15, 261 (1936).

～1.0 g になる様に正肘静脈に注射し、2 時間後反対側静脈より採血し、血清を除蛋白し、クランダル氏液を以つて呈色せしめ、基準液 (2500×10% ロダンソーダ液) と比色し次式より組織外液量を算出する。

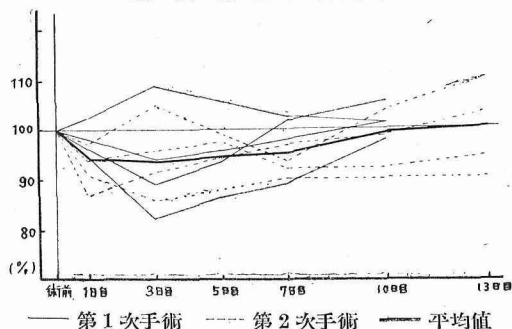
$$E_v = \frac{CNS(注射量) \times 100}{C_p}$$

$C_p$ : 平衡に達した CNS の血漿濃度

### 実験成績

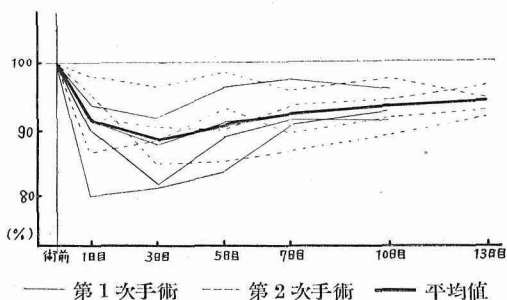
循環血漿量 (血漿量) は術前においては 40～49.5 cc/kg で、循環血液量 (血液量) は 72～86 cc/kg であつたが、これは美甘<sup>13)</sup>、大谷<sup>14)</sup> の健康日本人の成績、或は岩田<sup>15)</sup> の軽症肺結核患者の成績と同様である。しかし術後第 1 日目においては血漿量は 800～300 cc の減少を示しており、術後 10 日目には多くは術前値に復する (第 1 図)。

第 1 図 循環血漿 (%)



ヘマトクリットは術前正常範囲内にあるが、術後は減少し、この傾向は 5 日目頃まで続き、10 日目頃より漸次増加して大体 1 箇月後になると術前値に恢復する。しかし出血量の大きなものは、この恢復は遅々としている (第 2 図)。

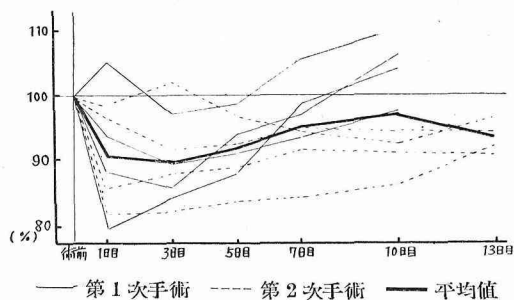
第 2 図 ヘマトクリット値 (%)



血液量は血漿量の減少及びヘマトクリットの低下に伴い

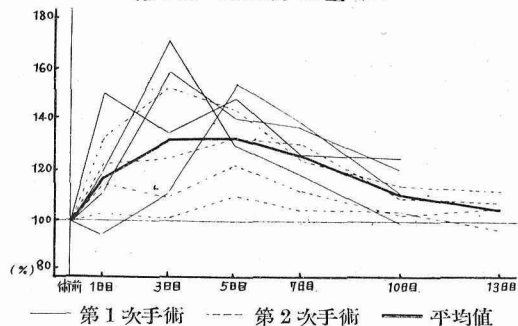
著明に減少している。しかし手術による循環血液量の減少は、出血量を遙かに上廻るといわれている<sup>16)</sup>。これは手術という Stress に対する全身反應としての変動が加わるためと考えられる (第 3 図)。

第 3 図 循環血液量 (%)



組織外液量の体重に対する比率は、術前においては大体正常であるが、あるものは多少低下しているものもある。術後は第 1 日目において増加するものが多く、3 日目頃に最高に達する。多くはこれより減少の傾向を示し、術後 10～14 日目頃になると術前値に近づく。しかしなお多少の増加を示しているものが多い (第 4 図)。

第 4 図 組織外液量 (%)



血清蛋白量は術後著明な減少をみせている。この減少は 5 日目位まで下降を続けるがその後徐々に増加して来る。しかし術後毎日輸血 100 cc を 1 週間連続施行せる例においてはその恢復の度合いが早い様である。この血清蛋白量の減少は循環血漿量の減少による事は勿論であるが、手術による体蛋白の異常崩壊が大きな因子をなしているのではないかと考えられる。Elman<sup>17), 18)</sup> のいう posttraumatic excessive protein catabolism と稱せられるもので、この異常の体蛋白の崩壊は手術局所のみならず全身の組織におこる事が知られている (第 5 図)。

13) 美甘, 外: 日誌, 21 (昭 8).

14) 大谷: 日誌, 24, 632 (昭 13).

15) 岩田: 結核, 16, 1417 (昭 13).

16) Miller et al: J. Thorac. Surg., 18, 303 (1949).

17) Elman: Ann. Surg., 118, 225 (1943).

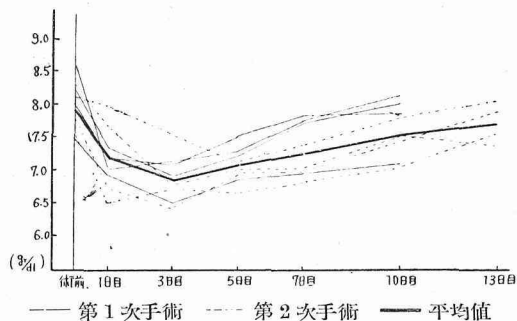
18) Elman: Ann. Surg., 120, 350 (1944).

血液の循環時間は術後肺肺時間及び肺舌時間において軽度促進する。即ち血液の循環速度が増加する傾向がみられる。また全循環時間も短縮している(第6, 7, 8 図)。

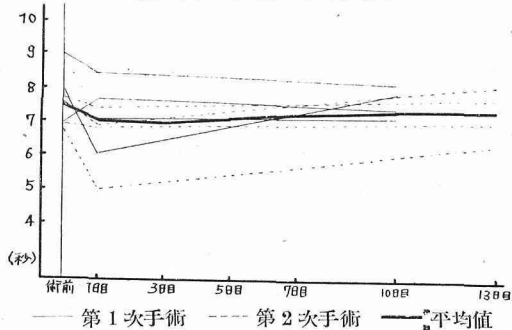
循環血流量, 循環時間より循環商をみるに, 術後は低下する傾向がみられる。また搏出商も術後は低下し, 術後1箇月位経過すると却つて術前値を凌駕する様になる。しかし循環商は分時送血量の相対値であり, 搏出商は搏出量の相対値を示す故, 術後においてこれ等のものが低下する事はうなずける事である。なお金井によれば健康日本人の

循環商は男 29~16 (平均 22.3), 女 24~15 (平均 20.1), 搏出商は男 0.44~0.30 (平均 0.36), 女 0.35~0.25 (平均 0.29) であるが, 胸成術を受ける様な肺結核患者の術前値は平均値以下の場合が多い(第9, 10 図)。

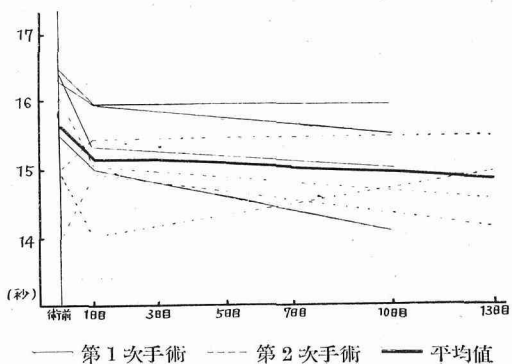
第5図 蛋白質量 (gr/dl)



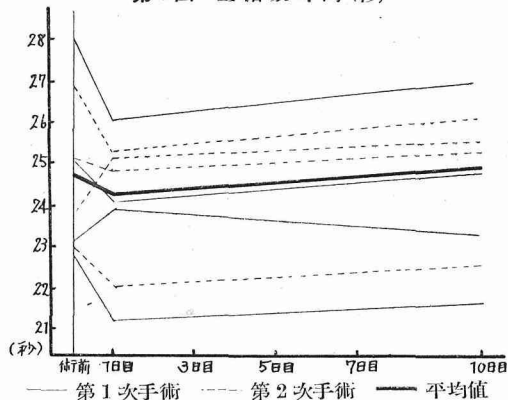
第6図 肺肺時間 (秒)



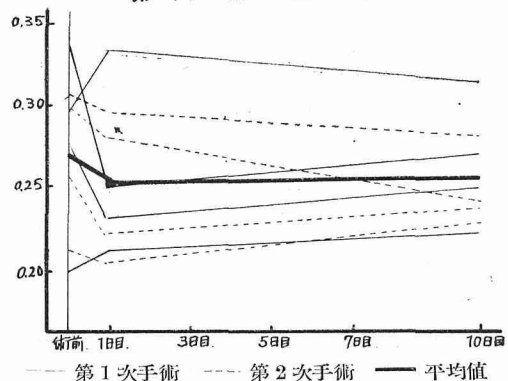
第7図 肺舌時間 (秒)



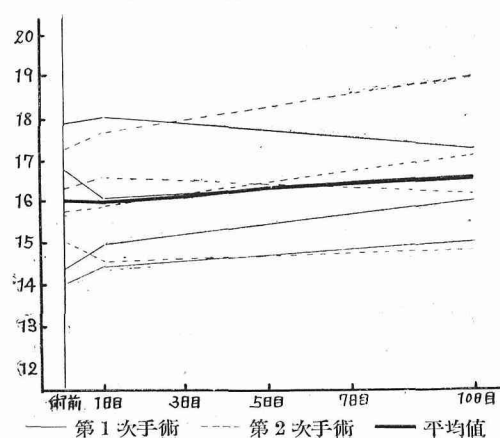
第8図 全循環時間 (秒)



第9図 循環商



第10図 搏出商



### 考 按 並 び 総 括

以上の成績からみるに胸成術後は循環血液量の減少が著明で、その恢復には相当長期間を要する。しかしてその恢復の経過をヘマトクリット値よりみるに血球値の恢復は遅れ約15日を要する。これに反して血漿量は比較的早期に恢復する傾向がみられる。この事は循環血液量と血漿量との関係でも首肯出来る事で、血漿量の恢復は血液量のそれに比較して早期に術前値に達する。

組織外液は一般に術後増加の傾向をとり、これは3日目頃に最も著明となる。これは細胞内電解質の細胞外電解質との間に平衡異常を來たし、その結果Naの体内貯溜が起り、細胞外液の増加を來たすものと考えられる。この点より術後の輸液に際しては、食塩水のための補給は一考を要するもので、ますます細胞外液の増加を來たす様になり、いわゆるVan SlykeのいうSubclinical edemaの状態を來たす事になる。この際糖液を利用すると幾分この不利な点を除く事が出来る。

血清蛋白量の術後低下は出血及び死腔滲出液による蛋白喪失の外、体蛋白質の異常分解により失われるものと考えられる。この異常蛋白分解は傷害度に比例して亢進するもので、posttraumatic excessive protein catabolismといわれる。大村<sup>19)</sup>も術後の蛋白代謝に際して、出血量に比して術後体蛋白喪失量の大なる事を強調しているが、胸成術後においては出来るだけ早期にこの体蛋白の崩壊による蛋白喪失を防ぐべきであると考えられる。

以上循環血液量、組織外液及び蛋白量の点よりみれば、胸成術は大なる侵襲を來たすものと考えられ、術後の水分補給及び蛋白の補充には充分注意が必要で、循環血液量の増加、蛋白の補給には大量の輸血が最も有効なる事は論を待たない。このさいNaClの含量の大なるものを無定見に與える時は、前述の如く浮腫を増加させる結果となり、術後の経過に悪影響を及ぼすものと思われる。

循環時間に関しては、術後24時間値において肺肺、肺舌及び全循環時間何れも短縮する場合が多く、10~13日後には恢復して来る。これは虚脱療法による肺の呼吸面積の減少により、循環血液

を遅滞なく小循環系を通過させるため、石田、笹本<sup>20)</sup>の如く肺内予備毛細管の開通、血液循環速度の上昇、心臓分時搏出量の増大を必要とするためと考えられ、循環時間の促進は当然の事である。また胸成術後に無酸素血症の發生する事はすでに諸家の述べている所であり、その結果代償機轉の意義も含めて心搏出量の増大、肺流血量の増加を來たす様になる。このため前述の成績に示す如く術後の初期にはヘマトクリット値の増加及び循環血液量、循環血漿量の面よりみて血漿のみ増加する傾向を示して、生体の要求を緩和させるべく努めるのである。この時期には赤血球の増加が間に合わず、また失血も加わつて無酸素血症には貧血性無酸素血症を伴うため、上述の代償性機轉に拍車をかける結果になる。このため分時搏出量の相対値である循環商は増加し、血液循環速度の上昇を來たす結果肺舌時間、全循環時間の循環系の循環速度も上昇する。しかし循環血液量の減少により心臓搏出量に相当する搏出商は減少するのである。

### 結 論

私は胸成術前後にわたり、循環血漿量及び血液量、ヘマトクリット値、組織外液量、血清蛋白量、肺肺時間、肺舌時間、循環商、搏出商を求め次の結論を得た。

1) 術後循環血漿量、血液量ともに減少しこれが恢復には前者において約10日、後者は前者に比しておそく約15~30日を要する。また循環商は増加し、搏出商は減少する。

2) 血清蛋白量は術後著明に低下し、5日目位まで下降をつづけるが、失血及び死腔への滲出液による蛋白喪失以外に、手術侵襲による体蛋白の異常崩壊が大なる因子をなしていると考えられる。

3) 組織外液量は術後増加の傾向をとり3日目位で最も著明になり、食塩水の投與により増強される故注意が必要である。

以上の如く胸成術は循環系、並びに体液代謝の面に大きな変動をあたえるが、術後の処置に際してこれ等の点を念頭におき、その恢復に勉むべきである。

### Summary

In order to observe the influence of thoracoplasty on the circulatory system and the quantity of body fluid, plasma volume, hematocrit value and available fluid volume were measured before and after thoracoplasty.

The results were as follows.

1) A decrease of plasma volume and an increase in hematocrit value was observed immediately after the operation. Complete recovery to pre-operation level required 10 to 14 days for the former and 15 to 30 days for the latter.

2) The available fluid volume increased after thoracoplasty and in extreme cases a 25 % increase of the total volume was observed.

3) As a result the author is convinced of the importance of treating the said dehydrated state after a thoracoplasty and believes in counteracting the deficit by introducing Hartman's solution.